



AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— *avec rapport de recherche internationale*

(84) *États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT,*

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

## PROCEDE DE FABRICATION DE PIECES EN COMPOSITE A MATRIICE POLYIMIDE

L'invention concerne le domaine de pièces en matériau composite résistant à haute température, telles les aubages de redresseur sur les turboréacteurs, et comportant des fibres de renfort noyées dans une matrice de résine polymérisable à chaud, lesdites pièces pouvant 5 présenter une plate-forme externe, une plate-forme interne et au moins une aube pleine reliant lesdites plates-formes.

On utilise de plus en plus des matériaux composites à base de fibres de carbone et d'une matrice de résine polymérisable à chaud, pour réaliser des pièces situées dans les zones froides de turbomachines 10 d'aviation, notamment à usage militaire. Ces composites présentent en effet d'excellentes qualités mécaniques et une densité nettement inférieure à celle des alliages métalliques habituellement utilisés.

Le choix du type de résine est fait notamment en fonction de la température à laquelle sera soumise la pièce dans les conditions normales 15 de fonctionnement de la turbomachine.

On connaît le procédé "resin transfer molding" ou RTM consistant à disposer les fibres de renfort dans un moule à la forme de la pièce finie, à injecter de la résine liquide sous basse pression dans le moule et à polymériser la résine maintenue sous pression. Ce procédé 20 permet d'obtenir des pièces variées. Cependant, les résines organiques employées avec ce procédé sont du type époxyde bismaléimides et n'ont pas une résistance en température suffisante pour une application à ces pièces de turbomachine.

En effet, les résines organiques résistant aux températures plus 25 élevées ne présentent pas une fluidité suffisante avant polymérisation.

On utilise alors soit des nappes de tissu, soit des nappes unidirectionnelles, c'est à dire des nappes dont les fibres sont parallèles et maintenues entre elles par la résine, pour réaliser la pièce par drapage, ces tissus ou ces nappes de fibres étant préimprégnés d'une résine, 30 résistant à des températures plus élevées, sur des outillages spécifiques et on procède à la polymérisation dans un moule permettant une compression de la pièce.

La demande française déposée sous le n° FR 97 02 663 propose un procédé pour réaliser des pièces creuses à paroi mince en 35 composite stratifié à base de résine polyimide polymérisable à chaud "PMR 15", "PMR15" étant une marque de la société CYTEC. Ce procédé

consiste à réaliser un noyau en élastomère silicone, ayant la forme de la cavité de la pièce et qui est destructible à haute température, à draper le noyau par au moins une couche de fibres de renfort imprégnées de résine, à disposer l'ensemble noyau + fibres préimprégnées dans un moule, à 5 polymériser sous compression puis à démoluer et retirer le noyau. Le moule comporte une partie femelle supportant l'une des parois de la pièce et une partie mâle supportant l'autre paroi et susceptible de coulisser dans la partie femelle lors de la polymérisation. La compression exercée par le moule pendant la polymérisation, associée à l'expansion thermique du 10 noyau en élastomère silicone, permet de faire fluer la matière composite pour réduire les porosités provenant des bulles d'air emprisonnées entre les nappes de fibres ainsi que des émissions gazeuses de la résine pendant la polymérisation, ce qui chasse la résine en excès et augmente la densité en fibres.

15 Ce procédé décrit dans ce document s'applique à des pièces creuses ayant des parois minces.

Dans le cas de la réalisation de carters moteur en matériau composite stratifié présentant une plate-forme extérieure, une plate-forme intérieure et au moins une aube pleine reliant lesdites plates-formes, par 20 polymérisation dans un seul cycle, les émissions gazeuses de la résine pendant le cycle de polymérisation seraient trop abondantes pour permettre un niveau satisfaisant de porosité dans les parois, du fait de l'épaisseur importante des parois constituant les aubes et les plates-formes, ce qui entraînerait notamment un mauvais état de surface dont 25 celui des parois délimitant la veine du flux gazeux à travers le redresseur. Or, l'état de surface est un facteur influant sur le rendement du redresseur et au-delà des turbomachines.

L'importance du dégagement de volatils dépend du polyimide choisi. Or, pour des questions de sécurité du personnel des ateliers de fabrication, il est question de prohiber l'emploi de la résine "PMR 15" et de 30 la remplacer par d'autres polyimides tels "Avimid-R" "Avimid-R" étant une marque de la société Cytec, qui dégagent encore plus de volatils que le PMR15 au cours de la polymérisation.

Le but de l'invention est de proposer un procédé pour réaliser 35 des aubages de redresseurs en matériau composite à matrice polyimide

dont les parois délimitant notamment la veine de flux gazeux présentent un bon état de surface.

L'invention se base sur le fait que la majorité des gaz volatils se dégage au cours de la première phase de montée en température du cycle 5 de polymérisation au cours de laquelle les monomères s'assemblent pour former des réseaux de petites tailles (dimères, trimères) indépendants les uns des autres, la formation de chaînes longues et réticulées entre elles se faisant lors de la phase suivante de montée en température et s'accompagnant d'un faible dégagement de gaz volatils.

10 Le procédé selon l'invention est caractérisé par les étapes suivantes :

- a) on réalise, en tant qu'éléments de structure séparés, les parties essentielles des plates-formes, des aubes et des zones de raccordement aubes/plates-formes, par superposition ou enroulement des couches de fibres de renfort préimprégnées de résine devant constituer lesdits éléments de structure à l'exception des couches externes devant former au moins la paroi de délimitation de la veine de flux gazeux à travers le redresseur,
- 15 b) on imidise lesdits éléments de structure séparés,
- c) on assemble lesdits éléments de structure séparés et imidisés,
- d) on ajoute les couches externes de fibres de renfort préimprégnées de résine pour constituer la pièce,
- e) on dispose la pièce ainsi constituée dans un ensemble moule/contre-moule de polymérisation sous compression, et
- 20 f) on polymérisé la pièce en la soumettant à des efforts de compression.

Par "imidiser", on entend que l'on pré-polymérisé les éléments de structure séparés, c'est-à-dire que l'on chauffe lesdits éléments selon une loi de montée en température établie de manière à fixer le réseau 30 monomère sans créer de chaînes covalentes. Pendant cette opération d'imidisation, la plus grande partie des gaz volatils est éliminée.

Lors de l'étape b), les éléments à imidiser sont disposés dans des moules appropriés qui permettent l'évacuation des gaz et le fluage de la résine en excès et qui impriment aux pièces imidisées leur forme finale.

A la fin de l'opération d'imidisation, les éléments de structure imidisés peuvent présenter un état de surface imparfait qui sera rectifié au cours de l'étape de polymérisation.

L'étape d'imidisation conduit en effet à des éléments imidisés 5 présentant des manques de résine essentiellement en surface. L'ajout et la polymérisation des couches de préimprégnés non imidisés permet d'atténuer, voire supprimer, ces défauts.

Lorsqu'on procède à l'opération de polymérisation des éléments imidisés, rassemblés et recouverts de couches de préimprégnés frais ayant 10 une faible épaisseur par rapport à l'épaisseur totale des éléments imidisés, les gaz volatils issus de ces couches de préimprégnés non imidisés ou sont évacués lors d'une première phase de montée en température, les excès de résine des couches externes viennent combler les pores des 15 éléments de structure préalablement imidisés qui ne dégagent plus de volatils. Lors de la deuxième phase de montée de température qui consiste à la polymérisation proprement dite, de l'ensemble de la pièce, c'est-à-dire à la création de chaînes covalentes dans l'ensemble de la 20 pièce, il n'y a presque plus de dégagement de gaz volatils, et la pièce est soumise à une forte compression, ce qui entraîne le fluage de la résine, et un état de surface conforme des couches externes ajoutées aux éléments de structures imidisés.

Avantageusement, on rajoute les couches externes de préimprégnés frais, en drapant la face intrados d'une aube et les parties 25 adjacentes des faces internes des plates-formes avec des premières couches de préimprégnés de raccordement, et en drapant la face extrados d'une aube et les parties adjacentes des faces internes des plates-formes avec des deuxièmes couches de préimprégnés de raccordement.

Ainsi, après polymérisation sous compression, ces couches de préimprégnés forment des plis présentant un excellent état de surface et 30 assurant une grande rigidification de la pièce réalisée.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une section d'un secteur de redresseur selon un 35 plan contenant l'axe d'une turbomachine ;
- la figure 2 est une vue de face du secteur de la figure 1 ;

- les figures 3 et 4 montrent respectivement les outillages et l'empilage de couches de préimprégnés pour réaliser les parties structurales essentielles des plates-formes interne et externe ;
- la figure 5 montre la réalisation d'un raccord aube/plate-forme à partir d'une bande de préimprégné ;
- la figure 6 montre les outillages utilisés pour imidiser les raccords aubes/plates-formes ;
- la figure 7 est une coupe selon la ligne VII VII de la figure 6 ;
- la figure 8 montre la disposition des divers outillages dans une vessie en film de polyimide notamment « Kapton », « Kapton » étant une marque de la société Dupont ;
- la figure 9 représente la courbe des températures au cours de l'opération d'imidisation ;
- la figure 10 représente la courbes des températures au cours de l'opération de polymérisation ; et
- la figure 11 montre les couches de frais à rajouter sur les faces intrados et extrados des aubes ;

Les figures 1 et 2 montrent un secteur monobloc 1 de redresseur de compresseur d'une turbomachine d'aviation, réalisé en matériau composite stratifié comportant des fibres de renfort noyées dans une résine polymérisée à chaud.

Ce secteur 1 présente deux aubes 2a et 2b qui s'étendent radialement entre une plate-forme interne 3 et une plate-forme externe 4.

Les bords amont 4a et aval 4b de la plate-forme externe 4 ont une épaisseur inférieure à celle de la partie médiane de cette plate-forme 4.

Les bords amont 3a et avant 3b de la plate-forme interne 3 ont une dimension radiale inférieure à celle de la partie centrale.

Les références 6a et 6b désignent les zones de raccordement des aubes 2a, 2b avec les plates-formes interne 3 et externe 4.

Selon la présente invention, le secteur 1 est réalisé en plusieurs éléments de structure séparés par superposition ou enroulement de nappe unidirectionnelles ou de tissus de fibres de renfort, notamment de fibres de carbone, préalablement imprégnées de résine organique polymérisable à chaud, notamment une résine polyimide résistant à des températures de l'ordre de 300°C.

La plate-forme externe 4 est ainsi réalisée à partir d'un élément de structure, référencé 40 sur la figure 1.

La plate-forme interne 3 est réalisée à partir d'un élément de structure, référencé 30.

5 Les parties principales 30 et 40 des plates-formes interne 3 et externe 4 sont réalisées de manière traditionnelle par empilage, pressage et maroufage de pièces prédécoupées dans une rouleau de tissu ou nappe préimprégné de résine, sur des outillages référencés 35 et 43 sur les figures 3 et 4. Plusieurs pièces de tissu préimprégnées forment 10 l'élément de structure 30 et l'élément de structure 40. Le nombre de pièces de tissu formant chaque élément de structure 30 ou 40 est choisi en fonction de la rigidité et de l'épaisseur souhaitées. Les directions des fibres de renfort de chaque pièce de tissu sont disposées soit dans le sens axial, soit dans le sens circonférentiel soit à 45° de ces sens et sont 15 spécifiées dans un mode opératoire précis.

Les outillages référencés 35 et 43, sur les figures 3 et 4, sont des parties mâles de moules d'imidisation dont les parties femelles ne sont pas représentées sur les dessins.

20 Les zones de raccordement aubes/plates-formes, référencées 6a, 6b sur la figure 2, côté intrados et côté extrados, sont également réalisées sous la forme d'éléments de structure séparés. Comme cela est montré sur la figure 5, chacune de ces zones de raccordement est réalisée par roulage d'une bande de tissu préimprégnée dans le sens transversal à la direction des fibres, et disposée dans l'empreinte d'un moule approprié 25 70 visible sur les figures 9 et 10, et comportant un couvercle 71.

Le cœur des aubes 2a, 2b est également réalisé par un empilage de bandes de nappe ou tissu préimprégné frais et est disposé entre un outillage intrados 80 et un outillage extrados 81, afin de constituer des éléments de structure séparés, ainsi que cela est 30 représenté sur la figure 2.

Les éléments de structure séparés 30, 40, les zones 6a, 6b de raccordement aubes/plates-formes et le cœur des aubes 2a et 2b sont disposés serrés dans leur outillage ainsi que cela a été décrit ci-dessus. Ces outillages comportent des feutres pour l'évacuation des gaz volatils et 35 le fluage de la résine. Tous les outillages sont disposés dans une même vessie polyimide tel un film « Kapton 82 », « Kapton » étant une marque

de la société Dupont et on procède alors à l'imidisation de tous les éléments de structure séparés constituant un secteur 1, dans un autoclave.

Le cycle d'imidisation en autoclave dépend du type de résine 5 utilisée.

Pour les polymides, on fait monter, par exemple, la température de 20°C à 250°C avec un gradient de 0,5°C/min, puis on maintient la température à 250°C pendant une durée de 120 min.. On refroidit avec un gradient de 1°C/min et on démoule les pièces lorsque la 10 température atteint 40°C. On maintient un vide relatif de -50 mbars sous vessie pendant toute la durée du cycle d'imidisation. La figure 9 montre la courbe des températures par rapport au temps.

Durant le cycle d'imidisation, le réseau monomère est transformé en un réseau de dimères et de trimères notamment. Environ 15 80 % des gaz volatils sont éliminés durant cette étape.

Lorsque les éléments de structure séparés ont été imidisés et démoulés, on les rassemble dans un outillage spécifique en disposant une 20 pièce de nappe ou tissu préimprégnée entre deux éléments de structure voisins, notamment entre la partie 40 de la plate-forme extérieure 4, ou la partie 30 de la plate-forme intérieure 3, et les zones de raccordement 6a, 6b des plates-formes et des coeurs des aubes 2a, 2b.

On procède ensuite au drapage des plis externes en frais sur les faces intrados et extrados des coeurs des aubes 2a, 2b imidisés et des surfaces en vis-à-vis des plates-formes interne 3 et externe 4. Pour ce 25 faire, on dispose sur des outillages spécifiques, ainsi que cela est montré sur la figure 11, des couches de tissu 90, 91 préimprégnées de résine et prédécoupées aux bonnes dimensions.

Un film antiadhérent est disposé sur les outillages de drapage avant de disposer les premiers plis.

30 Les outillages de drapage sont des éléments d'un moule de polymérisation sous haute compression du secteur 1 constitué des éléments de structure séparés imidisés et rassemblés et des nappes de préimprégné frais disposés entre les divers éléments et recouvrant les faces du secteur 1 qui doivent délimiter la veine de flux de gaz à travers le 35 secteur 1 lors du fonctionnement du compresseur comportant un redresseur réalisé avec ce type de secteur.

Lors de l'étape d'imidisation des éléments de structure séparés, une grande partie des volatils a été évacuée.

5 Lors de l'étape de polymérisation du secteur 1, seules les nappes de préimprégné frais dégageront des gaz volatils au début du cycle de polymérisation. Comme ces nappes de fibres préimprégnées ou « en frais » couvrent une grande surface d'éléments imidisés qui est peut-être poreuse, la résine liquéfiée des nappes ou tissus préimprégnés frais va combler ces pores.

10 Les courbes de montée en température, lors de la polymérisation sont fonction de la résine utilisée. S'il s'agit de polyimide, comme montré en exemple sur la figure 10, on fait grimper la température, de 20°C à 250°C avec un gradient de 0,5°C/min, on maintient ensuite la température à 250°C pendant 3 heures, puis on procède à une nouvelle montée en température de 250°C à 320°C avec 15 un gradient de 1°C/min et on maintient la température à 320°C pendant 1 heure, et enfin à une montée jusqu'à 360°C avec un gradient de 0,5°C/min et un palier de 3 heures à 360°C. Le refroidissement se fait selon deux phases ayant des vitesses de refroidissement différents.

20 Au cours de la première phase de refroidissement, on abaisse la température de 0,5°C/min jusqu'à ce qu'on atteigne une température de 220°C, puis, au cours de la deuxième phase de refroidissement, on abaisse la température à une vitesse de 3°C/min.

25 Au début de l'étape d'imidisation des plis de tissus préimprégnés frais, c'est à dire au cours de la première partie de l'étape de polymérisation, la pièce n'est soumise à aucun effort de compression.

30 Dès la fin de l'imidisation des couches rapportées, on procède à une montée de la compression de la pièce pour qu'elle atteigne un niveau de pression suffisant pour assurer une bonne polymérisation (par exemple 35 bars), lorsque la température de la pièce atteint 310°C. On maintient ce taux de compression jusqu'à la fin du refroidissement.

Ce taux de compression très élevé permet de procurer un excellent état de surface des parois délimitant la veine de flux gazeux.

On maintient un vide relatif de -50mbars pendant toute la durée du cycle de polymérisation.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication de pièces (1) en matériau composite résistant à haute température, telles les aubages de redresseur, ledit matériau comportant des fibres de renfort noyées dans une matrice de résine polyimide polymérisée à chaud, lesdites pièces (1) présentant une plate-forme interne (3), une plate-forme externe (4) et au moins une aube pleine (2a, 2b) reliant lesdites plates-formes (3, 4), caractérisé par les étapes suivantes :
  - 10 a) on réalise, en tant qu'éléments de structure séparés, les parties essentielles (30, 40) des plates-formes (3, 4), des aubes (2a, 2b) et des zones de raccordement (6a, 6b) aubes/plates-formes, par superposition ou enroulement des couches de fibres de renfort préimprégnées de résine à l'exception des couches externes devant former au moins la paroi de délimitation de la veine de flux gazeux à travers le redresseur,
  - 15 b) on imidise lesdits éléments de structure séparés,
  - c) on assemble lesdits éléments de structure séparés et imidisés,
  - d) on ajoute les couches externes de fibres de renfort préimprégnées de résine pour constituer la pièce,
  - 20 e) on dispose la pièce ainsi constituée dans un ensemble moule/contremoule de polymérisation sous compression, et
  - f) on polymérisise la pièce en la soumettant à des efforts de compression.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on rajoute les couches externes de préimprégné frais en drapant la face intrados d'une aube et les parties adjacentes des faces en vis-à-vis des plates-formes, avec des premières couches de préimprégné de raccordement, et en drapant la face extrados d'une aube et les parties adjacentes des faces en vis-à-vis des plates-formes avec des deuxièmes couches de préimprégné de raccordement.
3. Procédé selon l'une des revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que l'on imidise les éléments de structure en leur faisant subir un réchauffement de 0,5°C/min, avec un palier intermédiaire 120 min à 250°C avant refroidissement.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les éléments de structure sont soumis à un vide relatif de -50 mbars pendant toute la durée du cycle d'imidisation.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que l'on soumet la pièce (1) à une compression de 35 bars lorsque sa température atteint 310°C, et on maintient cette compression jusqu'à la fin du refroidissement.

1/5

FIG.2

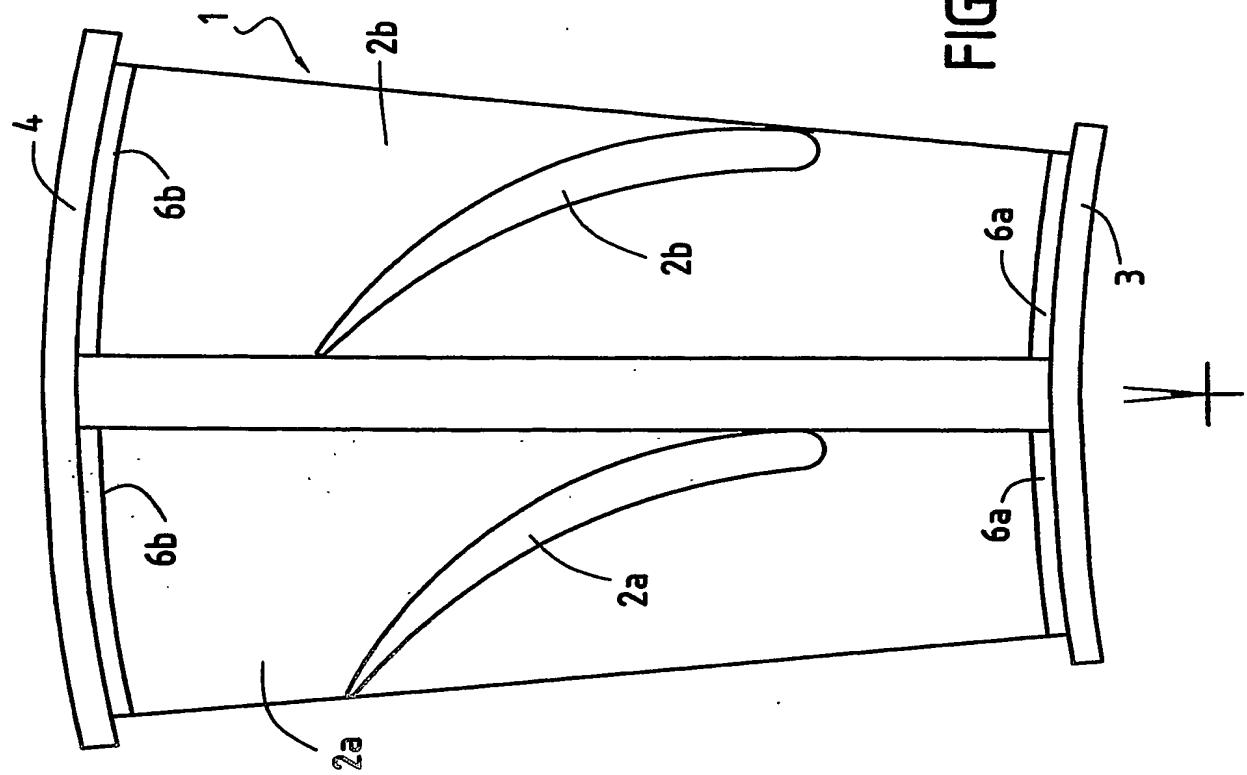
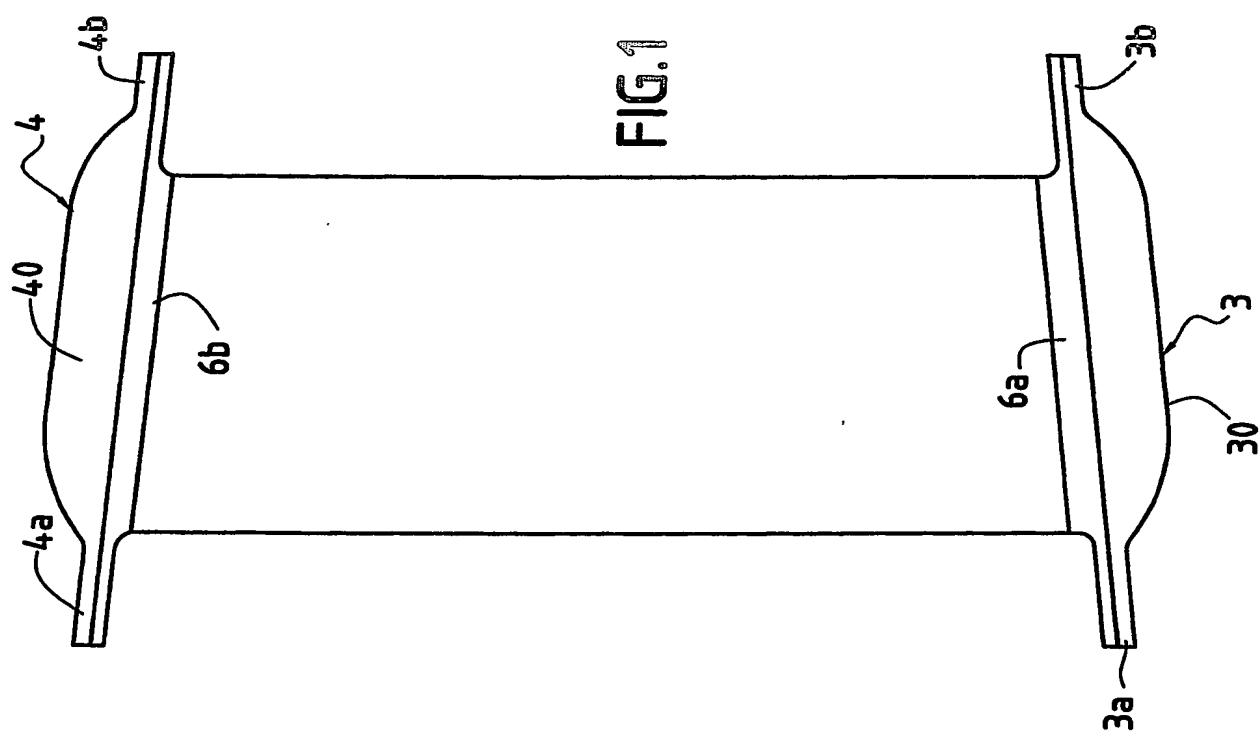


FIG.1



2/5

FIG.3

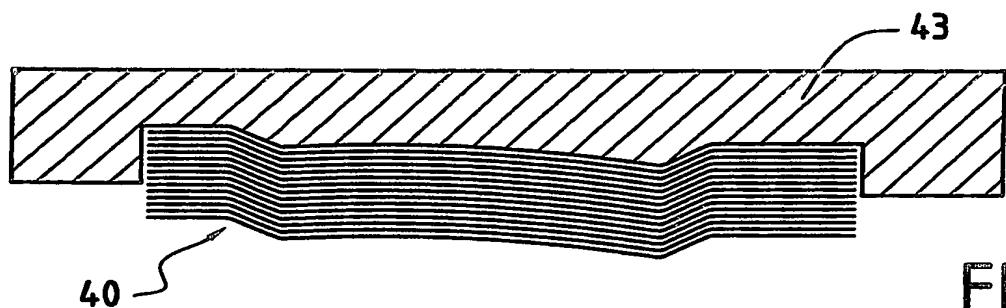
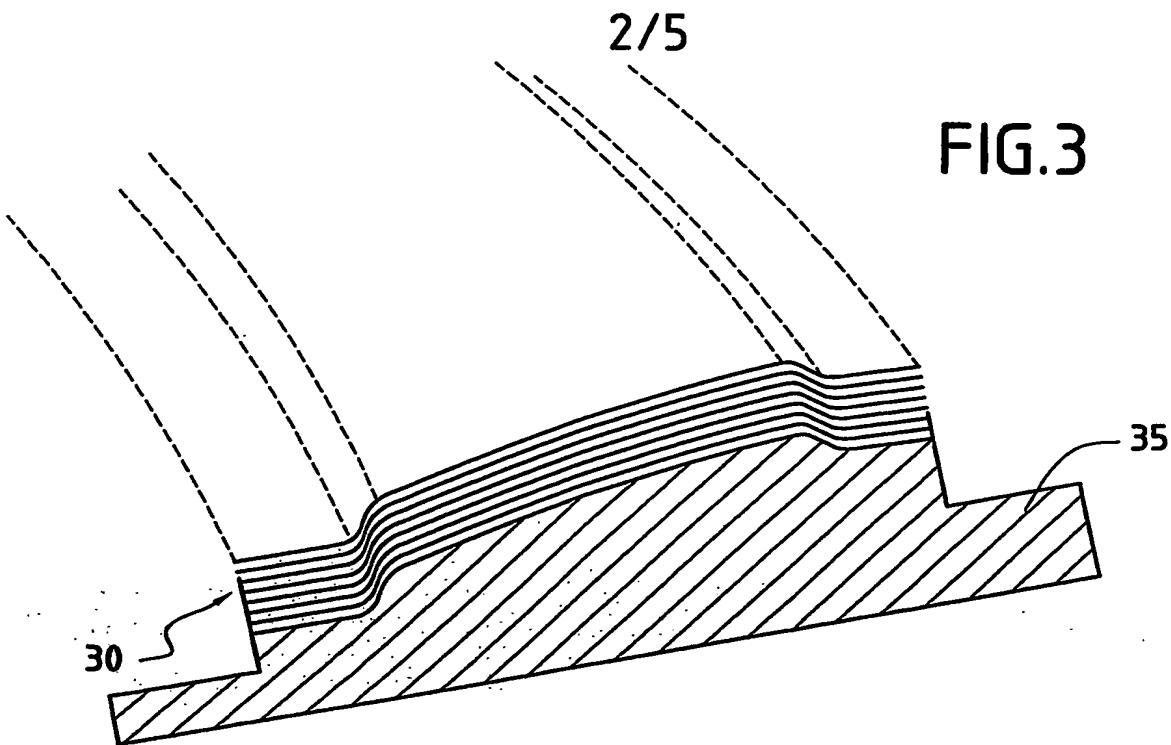
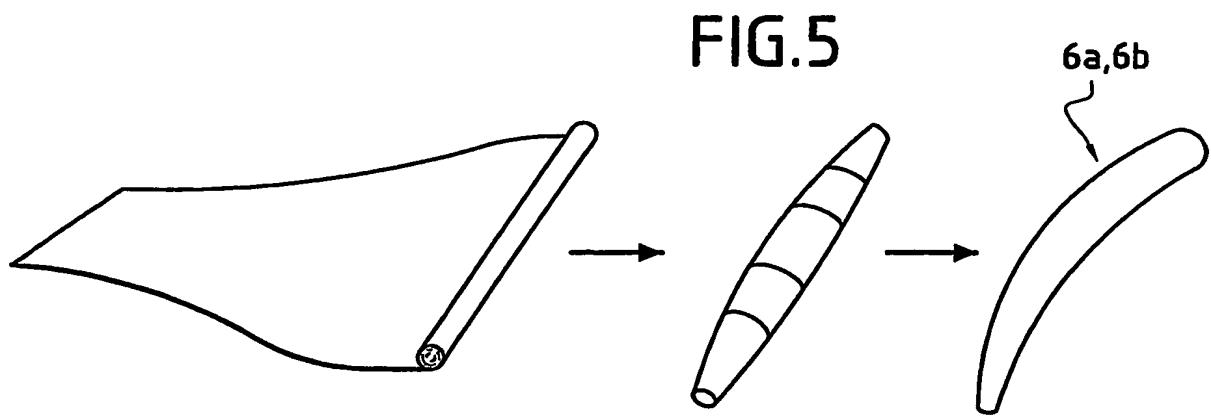


FIG.4

FIG.5



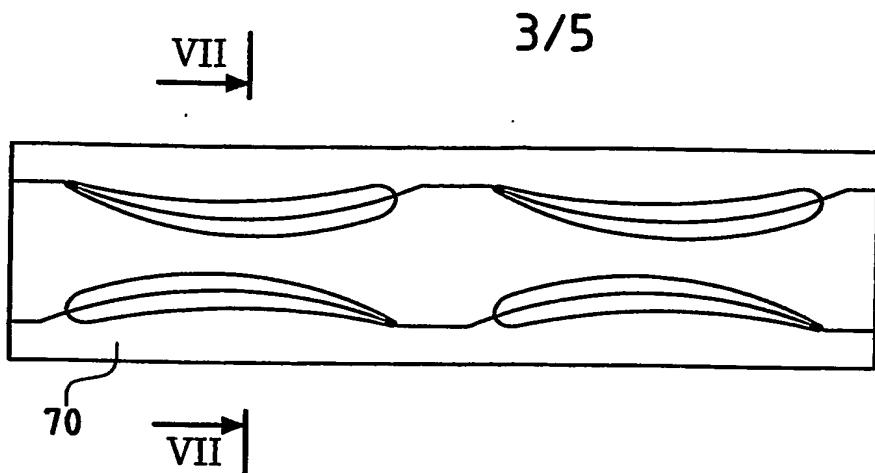


FIG. 6

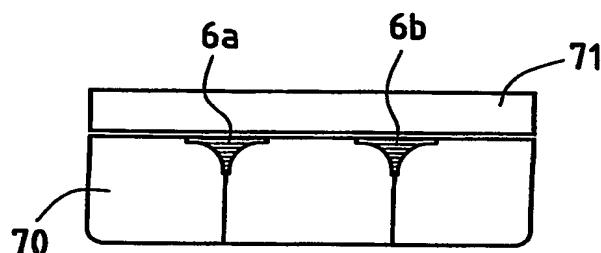
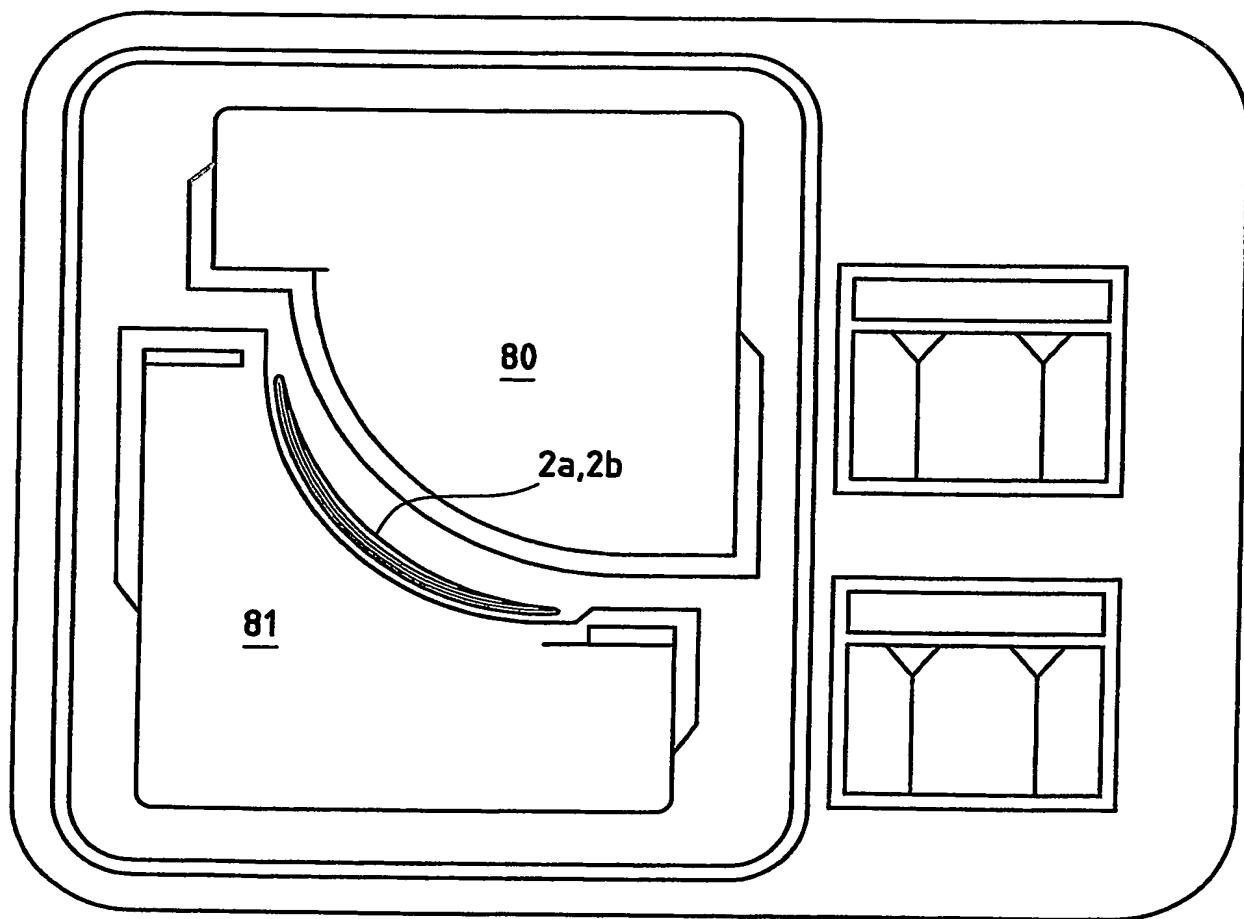


FIG. 7

FIG. 8



4/5

FIG. 9

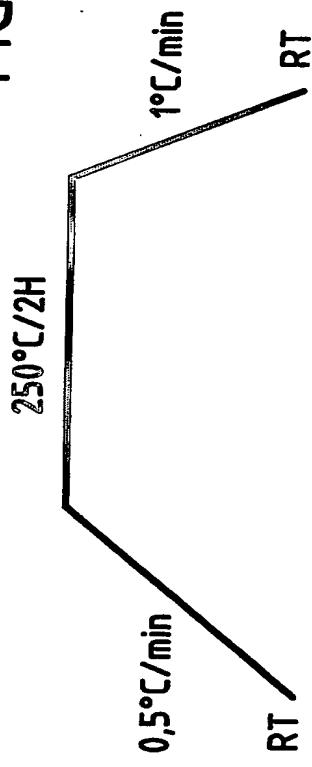
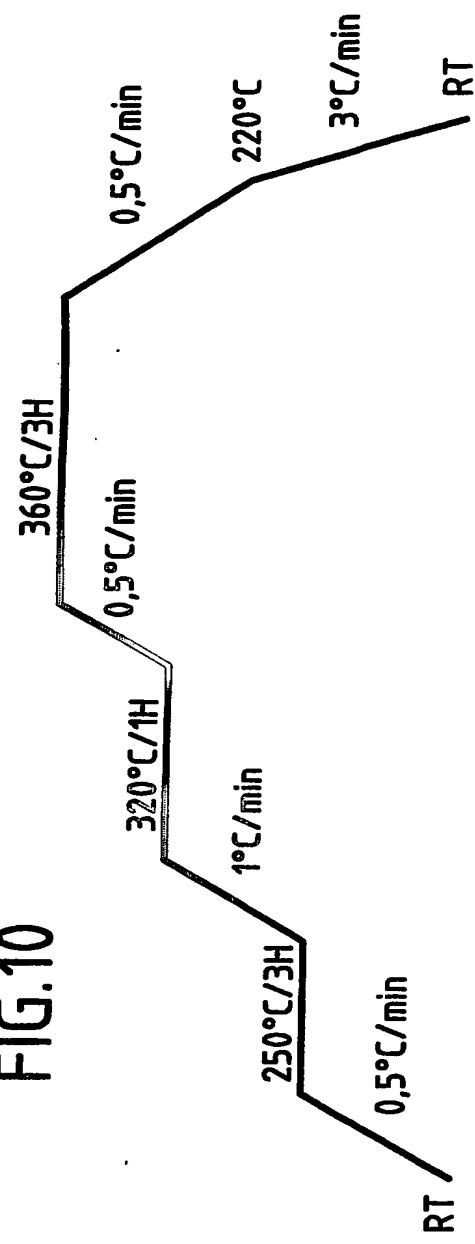
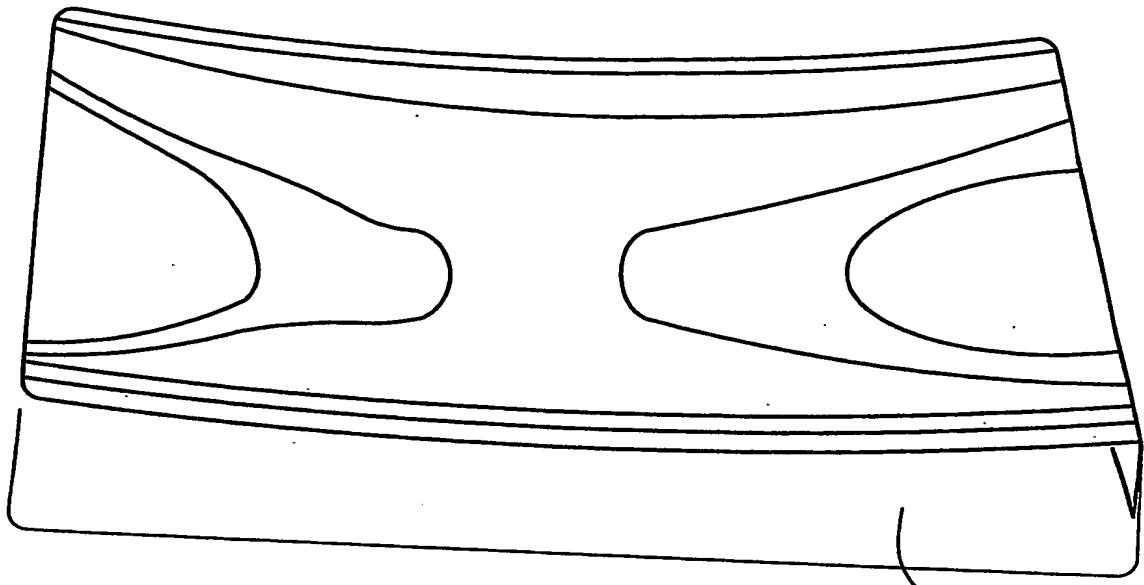


FIG. 10

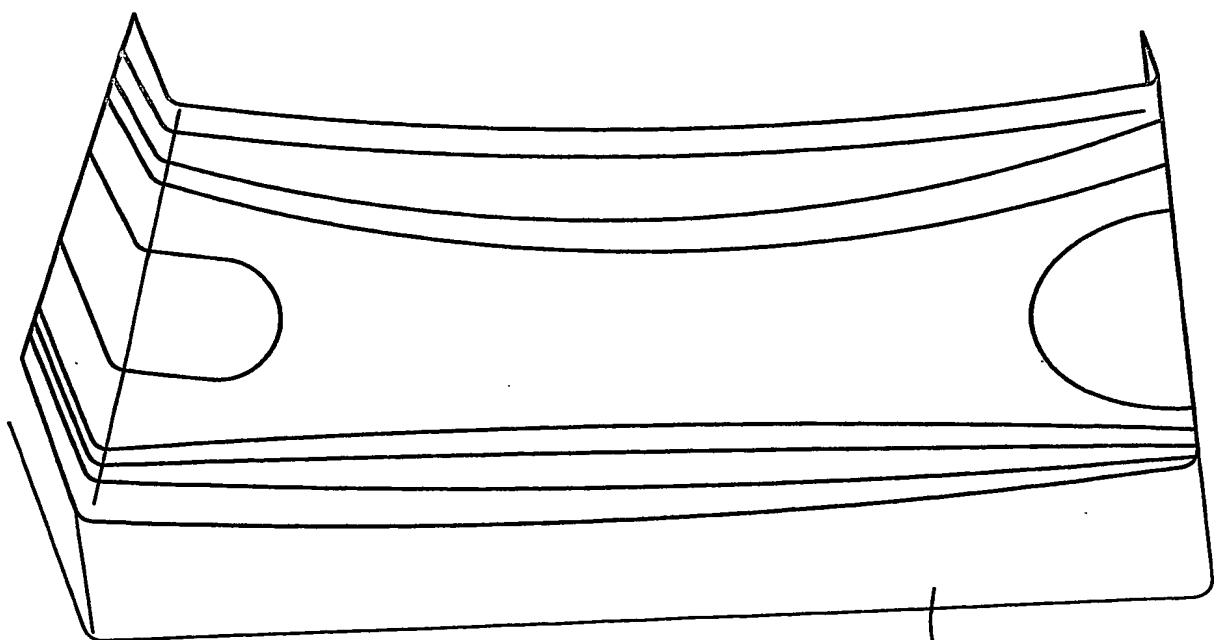


5/5



91

FIG. 1



90

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/000285

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B29C70/34 F04D29/54 B29C70/44

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 C08J C08L B29C F04D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 597 435 A (MORA JUAN R ET AL) 28 January 1997 (1997-01-28) claims 1,4,5 column 8, line 7 - column 9, line 23; figures 8,9 -----	1-5
A	DE 197 23 845 A (ABB RESEARCH LTD) 10 December 1998 (1998-12-10) claims 1,3; figures 1,2 page 2, line 52 - line 58 -----	1-5
A	US 5 104 474 A (SCOLA DANIEL A ET AL) 14 April 1992 (1992-04-14) column 2, line 23 - line 35 column 5, line 14 - line 38 column 6, line 4 - line 35 ----- -/-	1-5

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 July 2004

Date of mailing of the international search report

29/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Wallene, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/000285

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 312 579 A (KIDDER PAUL W ET AL) 17 May 1994 (1994-05-17) column 2, line 64 - column 3, line 20 -----	1-5
A	US 4 197 339 A (PAUL ROY D ET AL) 8 April 1980 (1980-04-08) column 3, line 53 - column 4, line 34 -----	1-5
A	US 6 036 900 A (MUNK RUSSEL F ET AL) 14 March 2000 (2000-03-14) column 1, line 15 - column 2, line 53 claim 1 -----	1-5
A	US 5 686 038 A (CHRISTENSEN STEPHEN ET AL) 11 November 1997 (1997-11-11) column 2, line 44 - column 3, line 16 column 5, line 47 - column 6, line 4 -----	1-5

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

## Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/000285

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5597435	A	28-01-1997	NONE		
DE 19723845	A	10-12-1998	DE	19723845 A1	10-12-1998
US 5104474	A	14-04-1992	EP	0371907 A1	06-06-1990
			JP	2242829 A	27-09-1990
US 5312579	A	17-05-1994	NONE		
US 4197339	A	08-04-1980	NONE		
US 6036900	A	14-03-2000	NONE		
US 5686038	A	11-11-1997	NONE		

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
PCT/FR2004/000285

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 B29C70/34 F04D29/54 B29C70/44

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 C08J C08L B29C F04D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 597 435 A (MORA JUAN R ET AL) 28 janvier 1997 (1997-01-28) revendications 1,4,5 colonne 8, ligne 7 - colonne 9, ligne 23; figures 8,9 -----	1-5
A	DE 197 23 845 A (ABB RESEARCH LTD) 10 décembre 1998 (1998-12-10) revendications 1,3; figures 1,2 page 2, ligne 52 - ligne 58 -----	1-5
A	US 5 104 474 A (SCOLA DANIEL A ET AL) 14 avril 1992 (1992-04-14) colonne 2, ligne 23 - ligne 35 colonne 5, ligne 14 - ligne 38 colonne 6, ligne 4 - ligne 35 -----	1-5
	-/-	

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### ° Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant élever un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 juillet 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29/07/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Van Wallene, A

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
PCT/FR2004/000285

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 312 579 A (KIDDER PAUL W ET AL) 17 mai 1994 (1994-05-17) colonne 2, ligne 64 – colonne 3, ligne 20 -----	1-5
A	US 4 197 339 A (PAUL ROY D ET AL) 8 avril 1980 (1980-04-08) colonne 3, ligne 53 – colonne 4, ligne 34 -----	1-5
A	US 6 036 900 A (MUNK RUSSEL F ET AL) 14 mars 2000 (2000-03-14) colonne 1, ligne 15 – colonne 2, ligne 53 revendication 1 -----	1-5
A	US 5 686 038 A (CHRISTENSEN STEPHEN ET AL) 11 novembre 1997 (1997-11-11) colonne 2, ligne 44 – colonne 3, ligne 16 colonne 5, ligne 47 – colonne 6, ligne 4 -----	1-5

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements rel

ix membres de familles de brevets

Demande Internationale N°

PCT/FR2004/000285

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5597435	A 28-01-1997	AUCUN		
DE 19723845	A 10-12-1998	DE 19723845	A1	10-12-1998
US 5104474	A 14-04-1992	EP 0371907	A1	06-06-1990
		JP 2242829	A	27-09-1990
US 5312579	A 17-05-1994	AUCUN		
US 4197339	A 08-04-1980	AUCUN		
US 6036900	A 14-03-2000	AUCUN		
US 5686038	A 11-11-1997	AUCUN		